

# MODEL RANCANGAN CAMPURAN AGREGAT ASPAL UNTUK UJI MARSHALL

Suprpto Tm.<sup>1)</sup>

## ABSTRACT

*The sustainable five-year development program, especially on road construction, it is thought to be important to prepare a suitable road construction material. Due to large areas of road construction and high material quantity demanded, the use of local materials can not be avoided.*

*A local material, such as aggregate, has its own characteristic and quality. These will effect on the quality of aggregate - asphalt mixture. In order to fulfil the design requirement, so in preparing aggregate - asphalt mixture, attention should be paid on quality and quantity of the materials, sample characteristics and the research design. There are three models of aggregate asphalt mixture design in employing substitution aggregate or filler. From the test indicate that the models were running well and have a good result.*

## PENDAHULUAN

Pembangunan prasarana fisik yang berkelanjutan menuntut tersedianya jumlah bahan bangunan yang mencukupi dan memenuhi spesifikasinya. Kondisi tersebut berakibat pada semakin tidak mudah memperoleh bahan yang memenuhi spesifikasi, disamping itu banyak bahan lokal mulai dikenal. Mengingat kualitas bahan lokal yang tidak dikenal, maka bahan tersebut belum banyak dimanfaatkan.

Agregat aspal merupakan campuran aspal dengan agregat bergradasi rapat dan aspal, dengan perbandingan tertentu. Agregat gradasi rapat terdiri atas agregat kasar, agregat halus, dan *filler*. Bahan susun campuran agregat aspal haruslah memenuhi spesifikasi tertentu. Dalam beberapa kondisi dijumpai penggunaan bahan, misal : *filler*, yang berasal dari sumber lain, dengan demikian bahan tersebut ada kemungkinan memiliki berat jenis dan kualitas yang berbeda.

Pembuatan benda uji campuran agregat aspal yang benar merupakan dasar pokok bagi suatu penelitian untuk pengumpulan data, terlebih bagi penelitian berbasis laboratorium, seperti pada penelitian ini dimana penyusun membuat model rancangan campuran agregat aspal.

## TINJAUAN PUSTAKA

Dalam menyiapkan campuran agregat aspal, termasuk benda uji-nya di laboratorium, dikenal luas berdasar perbandingan berat. Perbandingan tersebut diberlakukan baik untuk campuran antar fraksi agregat

maupun campuran antara agregat dengan aspal. Untuk bahan agregat, hal tersebut mendasarkan pada asumsi bahwa berasal dari sumber yang sama akan memberikan kualitas yang sama, serta memiliki berat jenis yang sama atau hampir sama.

Dewasa ini campuran agregat-aspal telah jauh berkembang, baik berkaitan pada jenis, kualitas maupun peruntukannya, sebagai contoh : beton aspal, *hot rolled sheet* (HRS), *hot rolled asphalt* (HRA), *split mastic asphalt* (SMA), *high stiffness modulus asphalt* (HSMA) dan lain-lain. Masing-masing campuran memiliki spesifikasi campuran yang belum tentu sama.

Berdasar Petunjuk Pelaksanaan Lapis Aspal Beton untuk Jalan Raya (SKBI.2.4.26. 1987), agregat bahan yang digunakan harus dari sumber dan jenis yang sama. Hal ini mengindikasikan bahwa agregat yang akan digunakan memiliki berat jenis yang sama atau hampir sama. Gradasi agregat dapat dinyatakan dalam perbandingan terhadap berat atau dalam perbandingan terhadap volume. Kenyataannya kedua cara tersebut memberikan hasil yang sama asal berat jenis agregat yang digunakan hampir sama, hanya untuk kemudahan dan standar praktis, gradasi dinyatakan dalam perbandingan berat agregat. Untuk kondisi dimana berat jenis agregat yang digunakan berbeda banyak, gradasi harus ditentukan berdasar perbandingan volume. (Robert dan Kandhal, 1991).

Melihat pengalaman pelaksanaan campuran panas di lapangan, berkaitan dengan suhu baik untuk pencampuran maupun pemadatan, penerapan kriteria berdasarkan volume untuk mengontrol pelaksanaan

<sup>1)</sup> Ir. Suprpto Tm, MSc., Dosen Jurusan Teknik Sipil dan Kepala Laboratorium Teknik Transportasi Jurusan Teknik Sipil FT - UGM.

pembuatan beton aspal telah merupakan suatu hal yang semakin penting (Hensley dan Palmer, 1998). Di Amerika Serikat sementara ini telah mengenalkan perkerasan baru yang dikenal dengan *Superior Performing Asphalt Pavement (Superpave)* dan Asphalt Institute (1996) mengindikasikan bahwa berdasar analisisnya telah memberikan keyakinan bahwa perbandingan campuran beton aspal berdasar volume menghasilkan campuran yang lebih baik.

## CAMPURAN AGREGAT ASPAL

Untuk membuat campuran agregat aspal diperlukan bahan :

### Agregat

#### a) Agregat utama

Agregat yang digunakan berdasar ukuran diameter butiran dapat dikelompokkan dalam fraksi kasar, fraksi halus, dan *filler*. Tiap-tiap fraksi memiliki berat jenis masing-masing yaitu sg.11, sg.21, dan sg.31 (gr/cc).

#### b) Agregat pengganti

Agregat ini jenis dan sumbernya berbeda dengan agregat utama, dapat digunakan untuk mengganti sebagian atau seluruh fraksi baik fraksi kasar, fraksi halus, maupun *filler* dan dalam hal ini misalkan berberat jenis: sg.12, sg.22, dan sg.32 (gr/cc).

#### c) Campuran agregat

Campuran ini umumnya terdiri atas 3 fraksi yaitu kasar, halus, dan *filler*, dan kaitannya dengan alat laboratorium dalam hal ini berat total campuran agregat 1200 gr. Berat tersebut dibagi dalam 3 fraksi dengan perbandingan antar fraksi yaitu k % untuk fraksi kasar, h % untuk fraksi halus dan f % untuk *filler* sehingga:

$$k + h + f = 100 \%$$

[ 1 ]

## Aspal

Aspal sebagai bahan ikat memiliki berat jenis  $\pm 1$  gr/cc dengan kisaran yang sempit. Kualitas campuran agregat aspal dapat diketahui dengan melakukan uji Marshall. Dari hasil uji akan diperoleh nilai stabilitas dan kelelahan (*flow*). Untuk besaran yang lain, misalnya *voids in the mix* (VITM), *voids filled with asphalt* (VFWA), *Marshall quotient* (MQ), untuk tiap benda uji dihitung berdasar pada tebal, berat, kadar aspal, berat jenis agregat dan *filler* serta berat jenis aspal.

## MODEL RANCANGAN CAMPURAN

Dengan merebaknya usaha pemanfaatan bahan lokal (termasuk bahan limbah) untuk bahan susun pengganti dalam campuran beton aspal, penulis merasa tergugah untuk menyusun model rancangan campuran agregat aspal. Hal ini didasarkan pada bahan susun pengganti yang selama ini dimanfaatkan belum tentu berkualitas setara. Model ini penulis susun berdasar pada :

1. Studi literatur.
2. Pengalaman penulis di laboratorium teknik transportasi.
3. Hasil penelitian terdahulu termasuk penelitian oleh mahasiswa.
4. Hasil usaha pemanfaatan bahan lokal/limbah.

Ada 3 model rancangan yang penulis susun yaitu model campuran baku, model campuran dengan agregat pengganti untuk satu fraksi, dan agregat pengganti dalam suatu fraksi.

#### 1. Model I: Campuran Baku

Dalam model ini sebagai bahan disamping aspal, adalah agregat utama saja. Dengan demikian penyusunan proporsi campuran mengikuti ketentuan yang baku seperti lazimnya. (periksa Tabel 1.)

Tabel 1. Proporsi Campuran Agregat Aspal

Fraksi	Ayakan (mm)	Proporsi		Agregat Utama		Proporsi campuran	
		%	gr.	b.j.	gr.	%	%
1	2	3	4	5	6	7	8
1. Kasar	> 2,36	k	12 x k	sg. 11	12 x k	k	12 x k/B
2. Halus	> 0,075	h	12 x h	sg. 21	12 x h	h	12 x h/B
3. Filler	< 0,075	f	12 x f	sg. 31	12 x f	f	12 x f/B
Jumlah agregat		100	1200		A = 1200		
4. Aspal		b		sgb	12 x b		12 x b/B
Campuran total					B		100

Tabel 2. Proporsi Campuran Agregat Aspal dengan Agregat Pengganti untuk Satu Fraksi

Fraksi	Ayakan (mm)	Proporsi		Agregat Utama		Agregat Pengganti		Proporsi Campuran	
		%	gr.	b.j.	gr.	b.j.	gr.	gr.	%
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1. Kasar	> 2,36	k	12 x k	sg. 11	12 x k	-	-	12 x k	12 x k/B
2. Halus	> 0,075	h	12 x h	sg. 21	-	sg. 22	12 x h x F	12 x h x F	12 x k x F/B
3. Filler	< 0,075	f	12 x f	sg. 31	12 x f	-	-	12 x f	12 x f/B
Jumlah agregat		100	1200					A	
4. Aspal		b		sgb				12 x b	12 x b/B
Campuran total								B	100

a. Agregat

Dalam campuran ini ada 3 kelompok agregat sesuai dengan fraksi-fraksinya.

Berat campuran agregat ( A ) = ( k + h + f ) x 12 gr = 1200 gr

Berat jenis campuran agregat dihitung berdasar 3 fraksi agregat tersebut.

b. Aspal

Jumlah aspal dalam campuran dinyatakan dalam prosentasi terhadap berat campuran agregat, misalkan b %.

c. Campuran agregat aspal

Berat campuran agregat - aspal ( B ) :

$B = ( k + h + f + a ) \times 12 \text{ gr}$

Berat jenis campuran agregat aspal ditentukan berdasar bahan susun campuran tersebut.

Fraksi halus pengganti sebanyak ( 12 x h x F ) gr. Proporsi campuran seperti pada Tabel 2.

a. Agregat

Dalam campuran agregat ada 3 kelompok, yaitu masing-masing 1 kelompok untuk tiap fraksi.

Berat campuran agregat ( A ) =

$A = ( k + h.F + f ) \times 12 \text{ gr}$  ( nilai A  $\neq$  1200 gr)

Berat jenis campuran agregat dihitung berdasar 3 kelompok agregat yaitu fraksi kasar, fraksi halus pengganti, dan filler.

b. Aspal

Jumlah aspal dalam campuran dinyatakan dalam prosentasi terhadap berat campuran agregat, misalkan b %.

c. Campuran agregat aspal

Berat campuran agregat aspal ( B ) = ( k + h.F + f + a ) x 12 gr.

Berat jenis campuran agregat aspal ditentukan berdasar bahan susun campurannya.

2. Model II: Campuran dengan Agregat Pengganti untuk Satu Fraksi

Dalam model ini disamping aspal, ada 2 agregat yaitu agregat utama dan agregat pengganti. Kedua agregat tersebut memiliki jenis dan sumber yang tidak sama. Jika agregat pengganti digunakan untuk mengganti salah satu fraksi yang ada, karena kedua agregat memiliki berat jenis yang berbeda, maka perlu ada koreksi.

Apabila yang akan diganti fraksi halus, karena campuran agregat aspal berdasar proporsi volume, koreksi didasarkan pada volume bahan, sehingga faktor koreksi ( F ) sebagai berikut :

$$F = \frac{sg.22}{sg.21} \quad [2]$$

3. Model III: Campuran dengan Agregat Pengganti dalam Suatu Fraksi.

Dalam model ini disamping aspal, ada 2 agregat yaitu agregat utama dan agregat pengganti. Kedua agregat tersebut memiliki jenis dan sumber yang tidak sama. Jika agregat pengganti digunakan untuk mengganti sebagian agregat utama di suatu fraksi, karena kedua agregat memiliki berat jenis yang berbeda, maka perlu ada koreksi.

Tabel 3. Proporsi Campuran Agregat Aspal dengan Agregat Pengganti dalam Suatu Fraksi

Fraksi	Ayakan (mm)	Proporsi		Agregat Utama		Agregat Pengganti		Proporsi Campuran	
		%	gr.	b.j.	gr.	b.j.	gr.	gr.	%
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1. Kasar	> 2,36	k	12 x k	sg. 11	12 x k	-	-	12 x k	12 x k/B
2. Halus	> 0,075	h	12 x h	sg. 21	12 x h <sub>1</sub>	sg. 22	12 x h <sub>2</sub> x F	12 (h <sub>1</sub> + h <sub>2</sub> F)	12 (h <sub>1</sub> + h <sub>2</sub> F)/B
3. Filler	< 0,075	f	12 x f	sg. 31	12 x f	-	-	12 x f	12 x f/B
Jumlah agregat	-	100	1200	-	-	-	-	A	-
4. Aspal	-	b	-	sgb	-	-	-	12 x b	12 x b/B
Campuran total	-	-	-	-	-	-	-	B	-

Apabila yang akan diganti sebagian dari fraksi halus, koreksi didasarkan pada volume bahan, sehingga faktor koreksi (F)

$$F = \frac{sg.22}{sg.21} \quad [3]$$

Apabila sebagian agregat dari fraksi halus akan diganti sebesar h<sub>2</sub> %, maka sisanya tetap dari agregat utama fraksi halus yaitu h<sub>1</sub> %, dimana :

$$h = h_1 + h_2 (\%). \quad [4]$$

Proporsi campuran seperti pada Tabel 3.

a. Agregat

Dalam campuran agregat ada 4 kelompok, yaitu 1 kelompok fraksi kasar, 2 kelompok fraksi halus (h<sub>1</sub> dan h<sub>2</sub>), dan 1 kelompok *filler* (f).

Berat campuran agregat = A (≠ 1200 gr)

$$A = (k + h_1 + h_2 \cdot F + f) \times 12 \text{ gr} \quad [5]$$

Berat jenis campuran agregat dihitung berdasar 4 kelompok agregat tersebut.

b. Aspal

Aspal digunakan untuk menyelimuti agregat, maka kebutuhan aspal dalam ukuran volume, jumlahnya tetap dan tetap dihitung terhadap berat total campuran agregat awal (yaitu 1200 gr).

c. Campuran agregat - aspal

Berat campuran agregat aspal (B) = (k + h<sub>1</sub> + h<sub>2</sub> · F + f + a) × 12 gr

Berat jenis campuran ditentukan berdasar bahan susun campurannya.

1. Model I (Campuran Baku)

Model ini banyak digunakan, dan karena pada model campuran baku ini, berdasarkan pada agregat dengan jenis dan sumber yang sama. Campuran berdasar pada proporsi berat bahan ataupun berdasar pada proporsi volume, hasilnya sama (Robert dan Kandhal, 1991). Untuk itu pada model ini tidak diujicobakan.

2. Model II

Untuk model ini dipilih campuran beton aspal

- Bahan : Agregat kasar (berat jenis 2,601 gr/cc), agregat halus (berat jenis 2,756 gr/cc) dan *filler* abu batu (berat jenis 2,756 gr/cc), ketiga-nya berasal dari jenis dan sumber yang sama. *Filler* ekstrak asbuton (berat jenis 1,292 gr/cc),
- Campuran beton aspal :  
Dibuat 3 campuran beton aspal, dengan agregat utama fraksi kasar 57,5 %, fraksi halus 35,5 %, dan *filler* 7 %. Campuran beton aspal pertama (campuran baku) menggunakan *filler* abu batu 7 %, sedang campuran beton aspal kedua dan ketiga menggunakan *filler* ekstrak asbuton, karena berat jenisnya, campuran kedua kadar *filler* dikoreksi dengan F menjadi 3,282 %, dan pada campuran ketiga kadar *filler* tidak dikoreksi dan tetap 7 %.
- Hasil uji beton aspal seperti pada Tabel 4.

3. Model II dan Model III

Untuk model ini dipilih campuran *Hot Rolled Asphalt* (HRA)

- Bahan : Agregat kasar (berat jenis 2,601 gr/cc), dan agregat halus (berat jenis 2,756 gr/cc) dari jenis dan sumber yang sama. Agregat halus dari limbah industri logam di Batur Ceper Klaten (berat jenis 2,768 gr/cc) sebagai agregat pengganti sebagian. *Filler portland cement* (berat jenis 3,151 gr/cc), sebagai *filler* pengganti.

## HASIL UJI DAN PEMBAHASAN

Dari ketiga model tersebut di atas diadakan uji model, sebagai berikut ini.

Tabel 4. Hasil Uji Campuran Beton Aspal

Pemeriksaan	Beton aspal dengan <i>filler</i> :		
	abu batu	ekstrak asbuton	
		dikoreksi	tidak dikoreksi
1. Benda uji			
- tebal (mm)	68	66	68
- berat volume gr/cc	2,300	2,234	2,276
- kadar <i>filler</i> (%)	7	3,282	7
- kadar aspal (%)	6	6	6
2. Kualitas benda uji			
- <i>stability</i> , > 550 kg	2031	1551	2184
- <i>flow</i> , 2 - 4 mm	3,2	3,25	3,45
- <i>VITM</i> , 3 - 5 %	5,87	5,48	0,65
- <i>VFWA</i> , 75 - 82 %	64,65	64,28	89,95

- Campuran HRA

Dibuat 3 campuran benda uji HRA, dengan agregat utama fraksi kasar 63 %, fraksi halus 32 % dan *filler* 5 %. Ketiga benda uji tersebut dengan agregat halus pengganti sebagian dari limbah industri logam di Batu Ceper Klaten dengan porsi 0 %, 50 % dan 100 %, dan *filler* pengganti *portland cement*. Dilakukan koreksi jumlah agregat halus atas berat jenis limbah industri, dan juga koreksi jumlah *filler* atas berat jenis *portland cement*, pada ketiga benda uji.

- Hasil Uji HRA seperti pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Uji Campuran HRA

Pemeriksaan	Campuran HRA, dengan limbah industri logam sebagai agregat halus pengganti sebanyak :		
	0 %, di koreksi	50%,di koreksi	100%, di koreksi
1. Benda uji			
- tebal (mm)	67	68	68
- berat volume (gr/cc)	2,336	2,342	2,345
- kadar aspal (%)	6	6	6
- agregat halus (%)	(32 + 0)	(16 +	(0 + 32,14)
- kadar <i>filler</i> (pc, %)	5	16,07)	5
2. Kualitas benda uji		5	
- <i>stability</i> , > 450 kg	1400		1065
- <i>flow</i> ,	3,35	1274	3,35
- <i>VITM</i> , 4 - 10 %	4,88	3,8	4,66
- <i>VFWA</i> ,	72,57	4,7	73,99
- <i>MQ</i> , > 200 kg/mm	418	73,41	318
		335	

Hasil uji model II dapat diperiksa pada Tabel 4. Sebagai dasar pembahasan digunakan campuran beton aspal dengan *filler* abu batu. Dari bahan susun benda uji tampak bahwa untuk *filler* ekstrak asbuton yang dikoreksi kadarnya berbeda yaitu 3,28 %, tetapi tebal dan berat volume ketiga benda uji tidak jauh berbeda, hal ini disebabkan oleh porsi *filler* dalam campuran itu

relatif kecil (7 %). Selanjutnya untuk kualitas campuran antara *filler* abu batu dan *filler* ekstrak asbuton dikoreksi, terlihat nilainya searah, kecuali nilai stabilitas berbeda jauh. Perbedaan nilai tersebut lebih disebabkan oleh kualitas *filler* ekstrak asbuton.

Terhadap *filler* abu batu, campuran beton aspal dengan *filler* ekstrak asbuton yang tidak dikoreksi, memberikan nilai stabilitas yang sedikit lebih besar, tetapi untuk nilai-nilai yang lain perbedaannya sangat mencolok. Hal tersebut disebabkan oleh kualitas *filler* dan jumlah (volume) *filler* ekstrak asbuton dalam campuran tersebut. Dengan demikian model II ini dapat bekerja seperti yang diharapkan, dan perbaikan atas kualitas campuran beton aspal yang didapat, dapat dilakukan dengan memperbaiki komposisi campuran bahan susun.

Hasil uji model III untuk agregat halus pengganti sebagian, digabung dengan model II untuk *filler* pengganti (dengan *portland cement*) dapat diperiksa pada Tabel 5.

Dari hasil uji terlihat bahwa ketiga benda uji memiliki tebal dan berat volume yang kurang lebih sama, ini terjadi karena bahan susunnya telah dikoreksi berdasar berat jenis-nya (atau volume bahannya). Selanjutnya kualitas benda uji ditunjukkan oleh nilai-nilai yang bertendensi searah, hal tersebut karena pengaruh pemberian koreksi atas berat jenis bahan susunnya. Dengan demikian model III ini dapat bekerja seperti yang diharapkan, dan perbaikan atas kualitas campuran HRA yang didapat, dapat dilakukan dengan memperbaiki komposisi campuran bahan susun.

## KESIMPULAN

Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa :

1. Dalam campuran agregat aspal dapat memanfaatkan agregat/bahan pengisi pengganti.
2. Komposisi campuran agregat aspal harus memasukkan koreksi atas berat jenis agregat/bahan pengisi pengganti.
3. Dalam memanfaatkan agregat/bahan pengisi pengganti, ada 3 model rancangan campuran agregat aspal.
4. Hasil uji menunjukkan bahwa model campuran agregat aspal dapat bekerja seperti yang diharapkan.

Dari uraian tersebut diatas tampak bahwa banyak variabel yang terkait dalam campuran agregat aspal. Untuk itu sebelum pembuatan benda uji perlu diperhatikan :

- 1) data bahan susun, baik kualitas maupun kuantitasnya.

- 2) rancangan percobaan.
- 3) rancangan benda uji, semuanya dimaksudkan agar didapat hasil sesuai tujuannya.

#### PENUTUP

Demikianlah model rancangan campuran agregat aspal disajikan, semoga dapat bermanfaat dan terima kasih kepada Laboratorium Teknik Transportasi Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada atas bantuan dan kesempatan yang diberikan kepada penulis.

#### DAFTAR PUSTAKA

\_\_\_\_\_, 1987, *Petunjuk Pelaksanaan Lapis Aspal Beton untuk Jalan Raya*, SKBI. 2.4.26.1987.

Asphalt Institute, 1996, *Superpave Mix Design*, Superpave series No. 2 (SP.2)

Dwight Walker, Pam Turner, Mike Anderson; 1998, Asphalt, *Asphalt Institute* summer/spring. 1998, Vol.12. No. 2.

Jay Hensley; Al. Palmer, 1998, Asphalt, *Asphalt Institute* summer/spring 1998, Vol. 12. No. 2

Roberts, F.L; Kandhal P.S; Dah-Jiun Lee, Kennedy T.W. 1991, *Hot Mix Asphalt, Materials, Mixture, Design and Contrsuction*, NAPA Education, Maryland

Wahyu Dwi H. Susanto, 1998, *Pengaruh Penggunaan Limbah Industri Logam Batur Klaten sebagai Agregat Halus pada Campuran HRA terhadap sifat Marshall*, Tugas Akhir program S1 Jurusan Teknik Sipil FT-UGM.